



ارزیابی اثر همزمان مکمل یاری کلرلا ولگاریس و تمرین تناوبی با شدت بالا بر کاهش سطوح سرمی IL-6 و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن

علی اکبر شفیعی، وریا طهماسبی، محمد عزیزی

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

مقاله پژوهشی اصیل

چکیده

مقدمه

با توجه به نقش مکمل کلرلا ولگاریس در افزایش عملکرد و بهبود شرایط التهابی بدن هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر شش هفته برنامه HIIT و مکمل دهی کلرلا ولگاریس بر کاهش سطوح سرمی IL-6 و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن بود.

مواد و روش‌ها

۳۰ نفر آزمودنی تحقیق حاضر (سن $22/8 \pm 2/1$ سال؛ BMI $27/9 \pm 1/6$) به صورت تصادفی در سه گروه (۱۰ نفره) قرار گرفتند. قبل و ۴۸ ساعت پس از پایان ۶ هفته تمرین HIIT نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها گرفته و برای اندازه اینترلوکین-۶، انسولین و گلوکز مورد استفاده قرار گرفت. برنامه تمرین آزمودنی‌ها شامل ۶ هفته تمرین HIIT با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود. آزمودنی‌های گروه تمرین + مکمل قرص (۳۰۰ میلی گرم) مکمل کلرلا ولگاریس را در طی شش هفته تمرین مصرف می‌کردند. به منظور بررسی داده‌ها از روش آماری تحلیل واریانس مکرر استفاده و سطح معناداری آزمون‌ها $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج این تحقیق نشان داد گروه مکمل کلرلا ولگاریس همراه با تمرینات HIIT کاهش معنادار IL-6 در مقایسه با سایر گروه‌ها را نشان داد ($P = 0/041$). شاخص مقاومت به انسولین نیز هنگام مقایسه سه گروه کاهش معناداری را نشان داد ($P = 0/011$). نتایج ترکیب بدن کاهش وزن چربی ($P = 0/009$) و افزایش آمادگی هوازی ($P = 0/016$) آزمودنی‌های گروه تمرین + مکمل را در مقایسه با دیگر گروه‌ها نشان داد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد شش هفته تمرینات HIIT همراه با مکمل یاری کلرلا ولگاریس باعث کاهش IL-6 و بهبود مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن شد.

کلیدواژه‌ها

فعالیت ورزشی، مقاومت به انسولین، اضافه وزن، التهاب

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵

*نویسنده مسئول: وریا طهماسبی،

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم

ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تلفن: ۰۹۱۸۸۷۳۷۰۰۱

پست الکترونیک:

w.tahmasebi@razi.ac.ir



مقدمه

در دو دهه اخیر چاقی و اضافه وزن با سرعت بالایی افزایش پیدا کرده است، میان چاقی و مرگومیر ارتباط نزدیکی وجود دارد (۱، ۲). بر اساس اعلام سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۶ بیش از ۱/۵ میلیارد بزرگسال بالای ۱۸ سال دارای اضافه وزن بودند که از این تعداد بیش از ۶۵۰ میلیون نفر (۳۹ درصد مردان و ۴۰ درصد زنان) چاق می باشند (۳). مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان داده است که کم تحرکی با اضافه وزن و چاقی ارتباط مهمی دارد، به طوری که چاقی با التهاب عضلانی مزمن و افزایش سطوح مارکرهاي التهابی مانند اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C^۲ و فاکتور نکروز تومور آلفا همراه است (۴، ۵). تولید و ترشح IL-6 در بافت های مختلفی از جمله سلول های ایمنی، فیبروبلاست ها، سلول های اندوتلیال، عضلات اسکلتی و بافت چربی صورت می گیرد و به عنوان سایتوکاین شناخته شده است که اثر پیش و ضدالتهابی از خود نشان می دهد و در هر دو دستگاه ایمنی ذاتی و اکتسابی نقش دارد (۶). نتایج مطالعات نشان داده است که IL-6 با فعال کردن پروتئین کیناز فعال کننده AMP^۳ در عضله اسکلتی، بر مسیر پیام دهنده انسولین اثر می گذارد و موجب افزایش مصرف گلوکز می شود (۶). مقاومت به انسولین و همچنین دیابت نوع ۲ با التهاب عضلانی مزمن و افزایش فعالیت سیستم ایمنی بدن همراه است، اما با این حال چه عواملی موجب این عوارض می شود و همچنین راه کارهای درمانی به طور کامل مشخص نشده است و پژوهش های بیشتری در این زمینه نیاز است (۷). نتایج نشان داده است که ارتباط قوی و مستقیمی میان بافت چربی و تولید سایتوکاین های التهابی IL-6 و TNF- α وجود دارد و افراد دارای اضافه وزن و چاق سطوح

سایتوکاین های التهابی بالاتری نسبت به افراد عادی دارند (۷). محققان براین باورند یکی از راه های کاهش تولید این سایتوکاین های التهابی کاهش بافت چربی و وزن بدن است (۷، ۸). IL-6 یکی از فاکتورهای پیش و ضدالتهابی است که اثر مهاری بر سلول های تنظیم کننده T دارد و بر عملکرد سلول های التهابی تأثیر منفی می گذارد (۹). اثر ورزش و فعالیت بدنی بر تولید بر روی این سایتوکاین به مدت، شدت و حجم تمرین و حجم عضلانی بستگی دارد، IL-6 معمولاً در هنگام فعالیت های با شدت بالا و کوتاه مدت افزایش خواهد داشت (۱۰). نتایج تحقیقات مختلف نقش های بسیار مهمی برای IL-6 پیشنهاد نموده اند، که مهمترین آنها می توان به این موارد اشاره نمود: ۱- رهایش IL-6 به داخل جریان خون در طی فعالیت ورزشی اتفاق افتاده و پیشنهاد شده است که تولید لاکتات که معمولاً در شدت های بالا مشاهده می شود می تواند موجب رهایش وابسته به پرووئناز IL-6 گردد (۱۱). ۲- نشان داده شده است که با مسدود سازی فعالیت IL-6 کاهش در بافت چربی احشایی در اثر تمرین های ورزشی متوقف خواهد شد (۱۱). ۳- IL-6 تخلیه معده را به تاخیر انداخته، گلیسمی پس از غذا و ترشح انسولین را کاهش داده و موجب کاهش اشتها می گردد (۱۱). حتی فعالیت ورزشی تک جلسه ای دایره ای نشان داده است با افزایش سایتوکاین های ضد التهابی IL-6 و IL-10 و مقاومت به انسولین بلافاصله پس از فعالیت می تواند در دوره های ریکاوری موجب تحریک و بکارگیری منابع سوخت چربی و گلیکوژن کبد گردد و احتمال می رود تمرین مقاومتی موجب فعال سازی مکانیسم های کاهنده واکنش های التهابی بدن گردد (۱۲).

تمرین تناوبی با شدت بالا^۵ به عنوان دوره های کوتاه مدت فعالیت تناوبی با شدت بالا (۸۰-۸۵ درصد بیشینه اکسیژن مصرفی) و دوره های استراحت فعال است که

^۱ Interlukine-6 (IL-6)^۲ Reactive Protein- C (CRP)^۳ Tumor Necrosis Factor Alpha (TNF α)^۴ Adenosine Mono-Phosphat^۵ High-intensity interval training (HIIT)



امروزه اهمیت بسزایی در کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی دارند (۱۳). محققان نشان داده‌اند که برنامه HIIT نسبت به تمرین با شدت متوسط و کم موجب کاهش بیشتر قند خون ناشتا، انسولین و افزایش بیشتر حساسیت به انسولین می‌شود (۱۴، ۱۵). مطالعات نشان داده است که فعالیت ورزشی به مدت ۳۰ دقیقه هرروز یا ۵ روز در هفته نسبت به فعالیت HIIT موجب کاهش کمتر درصد چربی و نیز اکسیداسیون چربی کمتری می‌شود (۱۳، ۱۶).

کلرلا ولگاریس جلبک سبز تک‌سلولی تک‌هسته‌ای است که به صورت پودر، قرص یا عصاره وجود دارد. کلرلا به طور تقریبی حاوی ۶۷-۵۵ درصد پروتئین است و حاوی اکثر اسیدهای آمینه به غیر از متونین و تیروزین و حاوی ۴-۱ درصد کلروفیل و ۱۸-۹ درصد فیبر می‌باشد (۱۷). استفاده از مکمل کلرلا اثرات متعددی بر عملکرد بیوشیمیایی مانند اثرات آنتی‌اکسیدانی و افزایش فعالیت سیستم ایمنی موش‌های دیابتی دارد و منجر به کاهش قند خون شده است و گزارش‌هایی مبنی بر خاصیت ضدالتهاب بودن، تولید سایتوکین‌ها و تقویت سیستم ایمنی بدن وجود دارد (۱۸). کلرلا همچنین استرس اکسیداتیو و عوامل منجر به زخم معده را کاهش داده است. از این رو مکمل‌های ضد اکسایشی با تقویت دفاع ضد اکسایشی می‌توانند بدن را از فشار اکسایشی ناشی از ورزش، التهاب و آسیب عضلانی تا حدی محافظت نماید (۱۹). در تحقیقی که توسط هوری و همکاران (۲۰۱۷) گزارش دادند در فعالیت ورزشی HIIT همراه با مصرف مکمل کلرلا نسبت به استفاده مکمل کلرلا یا انجام تمرین ورزشی HIIT تأثیر بیشتری در عملکرد ورزشی و متابولیسم گلیکولیتیک و اکسیداتیو عضلانی و حتی پاسخ لاکتات دارد (۲۰). در تحقیقی دیگر لیبن و

همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که مکمل کلرلا ظرفیت تمرین بی‌هوازی را بهبود می‌بخشد و همچنین التهاب عضلانی پس از کم‌آبی بدن به دنبال تمرینات ورزشی را کاهش می‌دهد (۲۱). لی و همکاران^۲ (۲۰۱۰) نشان دادند که مکمل کلرلا باعث حفظ وضعیت مواد آنتی‌اکسیدانی پلاسما بدن و بهبود وضعیت فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۲۲). از مجموع مطالعات قبلی این چنین برمی‌آید که پروتکل‌های HIIT با کاهش میزان اینترلوکین‌های پیش التهابی و افزایش IL-10 همراه است (۲۳)، همچنین استفاده از مکمل‌های ضد اکسایشی و ضدالتهابی می‌تواند افزایش سایتوکاین‌های التهابی و مقاومت به انسولین را در شرایط چاقی و اضافه وزن که تا حدود زیادی محدود سازد (۱۸، ۲۲). با این حال مطالعات اندکی در خصوص استفاده از مکمل کلرلا ولگاریس همراه با تمرین ورزشی بخصوص در نمونه‌های انسانی و دارای اضافه وزن و یا چاقی وجود دارد اندک تحقیقات پیشین در این رابطه نیز عمدتاً مطالعات حیوانی بوده، علاوه بر این تاکنون به جز دو الی سه مورد، مطالعه‌ای به بررسی اثر همزمان مصرف کلرلا و تمرینات ورزشی نپرداخته است و اکثر مطالعات انجام شده پیرامون بررسی اثر مکمل کلرلا بدون تمرینات ورزشی است. از این رو در مطالعه حاضر هدف بررسی تأثیر مکمل یاری کلرلا ولگاریس همراه با تمرین HIIT بر سطوح استراحتی IL-6 و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن بود.

مواد و روش‌ها

آزمودنی

آزمودنی‌های این پژوهش شامل ۳۰ مرد غیر ورزشکار (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد؛ سن، $22/8 \pm 2/2$ ؛ قد، $176/4 \pm 1/9$ ؛ وزن، $86/7 \pm 6/6$) دارای اضافه وزن از دانشجویان دانشگاه رازی کرمانشاه بودند که از طریق

^۲ Lin & et al

^۳ Lee & et al

^۱ Horii & et al



طرح تحقیق

این پژوهش یک طرح نیمه تجربی بر اساس مدل پیش‌آزمون - پس‌آزمون بود. ابتدا آزمودنی‌ها در یک جلسه با جزئیات تحقیق، آزمون‌های تعیین بیشینه سرعت دویدن، آمادگی هوازی، نحوه مصرف مکمل و مراحل خون‌گیری آشنا شدند، در همین جلسه اندازه‌گیری ترکیب بدن انجام شد. در جلسه بعدی آزمون تعیین بیشینه سرعت دویدن بر روی تردمیل انجام شد و جلسه جداگانه دیگری آزمون کوپر از تمام آزمودنی‌ها گرفته شد. آزمودنی‌ها پس از آن به مدت ۶ هفته تمرین HIIT را تحت نظر محقق انجام دادند. قبل و ۴۸ پس از از پایان این دوره از آزمودنی‌های سه گروه دو نمونه خونی در حالت استراحت گرفته شد. در روزهای خون‌گیری پرسشنامه یاد آمد غذایی ۳ روزه مورد استفاده قرار گرفت تا آزمودنی‌ها در روزهای اندازه‌گیری خونی رژیم غذایی مشابه را رعایت نمایند. قد آزمودنی‌ها توسط قد سنج (مدل seca) با حساسیت ۰/۵ سانتی‌متر بدون کفش اندازه‌گیری شد و وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی (seca) با حساسیت ۰/۰۱ گرم و کمترین پوشش و بدون کفش اندازه‌گیری شد. درصد چربی و توده بدون چربی با دستگاه آنالیز ترکیب بدن (IN Body مدل ZEUS ساخت کره جنوبی) اندازه‌گیری شد.

برنامه مکمل دهی

پس از تقسیم افراد به صورت تصادفی در سه گروه در طی ۶ هفته پروتکل تحقیق آزمودنی‌ها گروه‌های (گروه مکمل+ تمرین) قرص (۳۰۰ میلی‌گرم) مکمل کلرلا را روزی چهار نوبت (یک عدد قبل از صبحانه، دو عدد قبل از نهار و یک عدد قبل از شام) مصرف می‌کردند (۱۸). درحالی‌که گروه دارونما ۳۰۰ میلی‌گرم ساکاروز در کپسول‌های مشابه قرص مکمل اصلی استفاده و گروه تمرین فقط تمرینات عادی خود را داشت. کلرلا ولگاریس (C.vulgarise) با نام تجاری آلگومد (Algomed)

پاسخ به اطلاعات و بطور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و براساس نرم افزارهای تصادفی سازی تحت وب (<https://www.sealedenvelope.com>) به روش تصادفی سازی بلوکی با سایز ۱۱ نفر برای هر بلوک به ۳ گروه (گروه مکمل+ تمرین، گروه دارونما + تمرین، گروه تمرین) تقسیم شدند (جدول ۱). لازم به ذکر است که حجم نمونه برای اطلاعات این تحقیق تقریباً ۱۰ نمونه در هر گروه بر اساس تحقیقات قبلی (۲۴) و با استفاده از فرمول ۱ مشخص گردید، اما با توجه به احتمال افت آزمودنی‌ها و به منظور افزایش اعتبار تحقیق تعداد آزمودنی‌های هر گروه ۱۱ نفر تعیین شد. لازم به ذکر است یک نفر از آزمودنی‌های هر گروه قادر به اتمام برنامه تمرینی نبودند، لذا حجم همه گروه‌ها به ۱۰ نفر تقلیل یافت. معیارهای ورود به پژوهش داشتن دور کمر بیشتر از ۱۰۰ سانتی‌متر و BMI ۲۵-۲۹/۹ و همچنین معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: عدم حضور بیش از دو جلسه در تمرین، بروز هرگونه عارضه جانبی در طی مدت‌زمان مداخله، شرکت در برنامه ورزشی غیر از برنامه ورزشی مطالعه حاضر و عدم تمایل فرد به ادامه تمرین را شامل می‌شد. تمام آزمودنی‌ها ابتدا پرسشنامه مرتبط با سلامت را تکمیل نمودند قبل از شروع پژوهش از تمام آزمودنی‌ها خواسته شد که رضایت‌نامه کتبی را تکمیل کنند. پروتکل تمرین توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه با کد اخلاق (IR.KUMS.REC.1397.937) مورد تأیید قرار گرفت. از کلیه آزمودنی‌ها درخواست شد در زمان تمرین از فعالیت‌های بدنی و ورزشی دیگر خودداری نمایند، هیچ گونه مکمل، دارو مصرف ننموده و نیز از مصرف سیگار و دخانیات خودداری نمایند.

فرمول ۱ محاسبه حجم نمونه:

$$n = [(SD_1^2 + SD_2^2) \times (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2] / D^2$$



Bioprodukte Prof. Steinberg Produktions- und Vertriebs GmbH & Co KG, Germany) از شرکت فردای سبز ایرانیان تهیه شد.

اندازه گیری V_{peak} و آمادگی هوازی

بیشینه سرعت در VO_2 اوج با استفاده از پروتکل فزاینده دویدن بر روی تردمیل (hp cosmos، ساخت کشور آلمان) انجام شد. قبل از شروع آزمون آزمودنی‌ها پنج دقیقه حرکات کششی را انجام دادند و بعد از بستن ضربان سنج (پولار، ساخت آلمان) بر روی تردمیل قرار گرفتند تا آزمون اصلی را شروع کنند. در این مرحله بعد از پنج دقیقه راه رفتن بر روی تردمیل با سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت آزمون اصلی با سرعت ۹ کیلومتر بر ساعت شروع شد که به ازای هر ۳ دقیقه ۱ کیلومتر بر سرعت تردمیل افزوده شد. در طول زمان اجرای تمرین آزمودنی‌ها به صورت کلامی برای تلاش بیشتر تشویق شدند. همچنین میزان درک از فشار (RPE) بر اساس مقیاس بورگ و ضربان قلب آزمودنی‌ها در پایان هر سه دقیقه ثبت می‌شد. این آزمون تا زمانی ادامه داشت که آزمودنی خسته شده و به صورت ارادی قادر به ادامه آزمون نباشند (۲۵). حداکثر سرعتی که در آن توانستند مرحله مورد نظر را به پایان برسانند به عنوان V_{peak} ثبت شد.

آمادگی هوازی با استفاده از آزمون میدانی ۱۲ دقیقه‌ای کوپر اندازه‌گیری شد و پس از ثبت مسافت طی شده با استفاده از فرمول $VO_{2max} = 11.1 - 0.01 \times \text{مسافت (کیلومتر)}$ (۲۲/۳۵۱) به دست آمد (۱۰). آزمودنی‌ها برای انجام آزمون ۱۲ دقیقه‌ای کوپر قبل و بعد از شش هفته به صورت میدانی این آزمون را انجام دادند و مسافت طی شد در زمان اتمام ۱۲ دقیقه آزمون کوپر، برای هر کدام از آزمودنی‌ها به صورت جداگانه در قبل و بعد از شش هفته ثبت شد.

پروتکل تمرین

پروتکل تمرین به این صورت بود که آزمودنی مسافت ۳۰۰ متر را با شدت ۹۰ درصد توان خود می‌دویدند و دو

برابر زمان دویدن استراحت فعال به صورت راه رفتن داشتند و بعد از اتمام زمان استراحت مسافت ۳۰۰ متری بعدی را شروع می‌کردند. قابل ذکر است که پروتکل تمرینی به مدت ۶ هفته و هر هفته سه جلسه اجرا شد. برنامه تمرینی فعالیت ورزشی HIIT با ۱۰ الی ۱۵ دقیقه گرم کردن شروع می‌شد که شامل کشش‌های دینامیکی و دویدن با شدت متوسط می‌بود. آزمودنی‌ها پس از گرم کردن در هر جلسه ۸ فعالیت تناوبی ورزشی را با فواصل استراحتی بین وهله‌ها به صورت استراحت فعال (راه رفتن) به میزان دو برابر زمان انجام وهله انجام می‌دادند. با توجه به سازگاری که در اثر تمرین ایجاد می‌شود در هر ۲ هفته یک وهله ۳۰۰ متری به مسافت آن‌ها اضافه می‌شد این شدت با ۹۰ درصد از مقدار V_{peak} تعیین می‌شد. آزمودنی‌ها در طی فواصل استراحتی و در صورت نیاز مجاز به رفع تشنگی خود می‌بودند و قبل از پایان جلسه به مدت ۱۰ دقیقه ریکاوری داشتند (۲۶). حین دویدن، به تمام آزمودنی‌ها ضربان سنج پلار متصل بود و شدت تمرین با توجه به میزان ضربان قلب آن‌ها کنترل می‌شد.

نمونه‌گیری خونی و آنالیز آن‌ها

در هر دو بار خون‌گیری پس از ۲۰ دقیقه استراحت در حالت نشسته و گرفتن فشار خون، ۸ میلی‌لیتر خون از ورید آنتی کوبیتال گرفته شد. بعد از اتمام خون‌گیری برای جداسازی سرم، نمونه‌ها با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ و در ۸۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. پس از اتمام تحقیق برای اندازه‌گیری هر یک از فاکتورهای IL-6، انسولین و گلوکز و با استفاده از کیت مخصوص اندازه‌گیری آن‌ها انجام شد.

سطح گلوکز از روش رنگ سنجی آنزیمی (گلوکز اکسیداز، شرکت پارس آزمون، تهران، ایران) با ضریب تغییرات (CV) ۳/۳ درصد حساسیت ۵ میلی‌گرم/دسی‌لیتر، سطح انسولین گلوکز از روش الیزای ساندویچی و کیت انسولین



(انسولین، مرکودیا، Uppsala، سوئد) با ضریب تغییرات ۵/۸ درصد و حساسیت ۱ (MU/l) استفاده و همچنین از کیت IL-6 با استفاده از روش الیزا ساندویچی با استفاده از کیت IL-6 انسانی (IL-6، دیاکلون فرانسه) با ضریب تغییرات ۳/۵ و درصد حساسیت (Pm/ml) تعیین شد. شاخص IR (IRHOMA-IR) با تقسیم گلوکز ناشتا (میلی مول بر لیتر) × انسولین ناشتا (میکرونیوت بر میلی لیتر) بر ۲۲/۵ محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۲۴ تجزیه و تحلیل شد. جهت تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون شپرو ویلک استفاده شد و شاخص‌های گرایش مرکزی میانگین و انحراف استاندارد برای ترسیم نمودارها و جداول مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه اثر تمرین و مکمل دهی بر متغیرهای تحقیق از آزمون آنالیز واریانس مکرر با عامل بین گروهی و در صورت وجود تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی و نمودار تعامل استفاده شد. لازم به ذکر است سطح معناداری در تمام آزمون‌ها ($p < 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج میانگین داده‌های قد و سن در میان سه گروه تحقیقی (قد: 176.15 ± 5.08 سن: 22.78 ± 2.33) را

نشان داد، همچنین در ادامه نتایج کامل داده‌های آنترپومتریک و ترکیب بدنی آزمودنی‌های سه گروه به صورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد در جدول شماره ۱ ارائه شده است. نتایج آنوای یک سویه در بررسی کلیه داده‌های سطوح استراحتی نشان داد که تنها داده‌های اولیه چربی بدن، آزمون کوپر و حداکثر اکسیژن مصرفی در سه گروه اختلاف معناداری داشتند، از این رو در بررسی داده‌های قبل و بعد این دو متغیر، داده‌های استراحتی به عنوان کوواریت در نظر گرفته شدند. نتایج تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که داده‌های وزن ($P=0.025$)، BMI ($P=0.027$) و WHR ($P=0.0385$) گروه‌های تمرین+ مکمل، تمرین+ دارونما و تمرین+ علازغم کاهش در هر گروه پس از ۸ هفته تمرین؛ تغییرات معناداری را در مقایسه سه گروه نشان ندادند، تنها داده‌های چربی بدن ($F_{3,25}=3.72, P=0.024$) در مقایسه سه گروه تغییرات معناداری نشان داد. با مراجعه به نمودار تعامل و مقایسه زوجی بونفرونی تغییرات سه گروه مشخص گردید که وزن چربی در گروه مکمل+ تمرین در مقایسه با گروه دارونما+ تمرین ($P=0.032$) و تمرین ($P=0.015$) کاهش بیشتری داشته است.

جدول ۱- میانگین $\pm$ انحراف معیار داده‌های آنترپومتریک و ترکیب بدن آزمودنی‌های سه گروه مکمل+ تمرین، دارونما+ تمرین و تمرین در قبل و بعد از ۶ هفته تمرین HIIT

متغیر	گروه			مکمل+ تمرین			دارونما+ تمرین			تمرین	
	قبل	بعد	معناداری	قبل	بعد	معناداری	قبل	بعد	معناداری	قبل	بعد
وزن (کیلوگرم)	85.2 ± 10.2	81.1 ± 10.4	$P < 0.001$	88.1 ± 6.8	85.5 ± 6.2	$P < 0.001$	86.5 ± 7.4	83.6 ± 8.6	$P < 0.001$		
BMI (kg/m^2)	27.1 ± 1.8	26.4 ± 1.9	$P < 0.001$	28.2 ± 1.8	27.2 ± 1.6	$P < 0.001$	27.6 ± 1.6	26.6 ± 2.0	$P < 0.001$		
وزن چربی بدن (kg)	5.27 ± 2.3	5.5 ± 2.5	$P < 0.001$	5.9 ± 1.6	6.1 ± 1.4	$P < 0.001$	5.7 ± 1.5	6.1 ± 1.3	$P < 0.001$		
WHR (%)	0.95 ± 0.1	0.89 ± 0.03	$P = 0.008$	0.97 ± 0.02	0.93 ± 0.01	$P = 0.006$	0.92 ± 0.02	0.89 ± 0.04	$P = 0.012$		

(\$) نشانگر تفاوت معنادار با دیگر گروه‌های تحقیق است ($P < 0.05$).



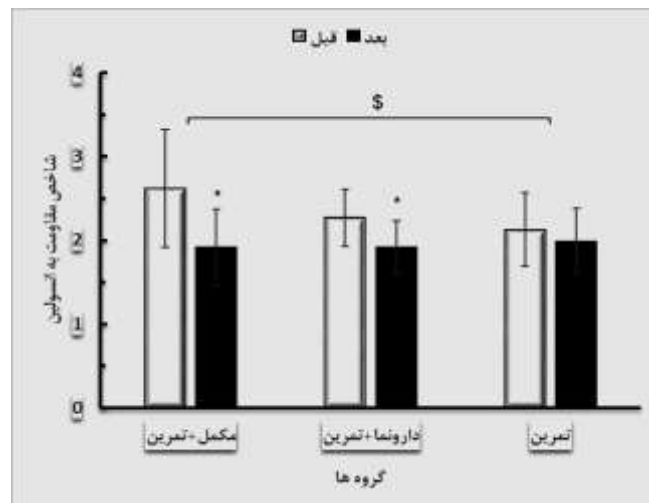
نتایج داده‌های آزمون کوپر ($F_{3,25}=4/70, P=0/010$) و حداکثر اکسیژن مصرفی محاسبه شده بر اساس آزمون کوپر ($F_{3,25}=4/14, P=0/016$) در سه گروه اختلاف معناداری نشان داد، با مراجعه به نمودار تعامل و مقایسه زوجی بونفرونی تغییرات سه گروه مشخص گردید که تغییرات آمادگی هوازی در گروه مکمل + تمرین نسبت به دارونما + تمرین ($P=0/032$) و تمرین ($P=0/015$) افزایش بیشتری داشته است. همچنین بررسی داده‌های گلوکز نشان داد که تعامل گروه‌ها با داده‌های قبل و بعد از تمرین اختلاف معناداری ندارد ($F_{2,25}=2/35, P=0/115$)، اما انسولین ($F_{2,25}=4/13, P=0/028$) و شاخص مقاومت

به انسولین ($F_{2,25}=5/37, P=0/011$) بر خلاف گلوکز در هر سه گروه تعامل معناداری نشان داد (نمودار ۱). با مراجعه به نمودار تعامل و مقایسه زوجی بونفرونی تغییرات سه گروه مشخص گردید که انسولین در گروه مکمل + تمرین نسبت به دارونما + تمرین تغییر معناداری نشان نداد ($P=0/426$)، اما نسبت به گروه تمرین ($P=0/021$) کاهش بیشتری داشت. در رابطه با نتایج آزمون تعقیبی هنگام مقایسه تغییرات مقاومت به انسولین گروه‌ها نسبت به هم گروه مکمل + تمرین نسبت به دارونما + تمرین تغییر معناداری نشان نداد ($P=0/120$)، اما نسبت به گروه تمرین ($P=0/009$) کاهش بیشتری داشت.

جدول ۲- میانگین $\pm$ انحراف معیار داده‌های داده‌های VO_{2max} ، آزمون کوپر، گلوکز و انسولین آزمودنی‌های سه گروه مکمل + تمرین، دارونما + تمرین و تمرین در قبل و بعد از ۶ هفته تمرین HIIT

متغیر	گروه			مکمل + تمرین			دارونما + تمرین			تمرین	
	قبل	بعد	معناداری	قبل	بعد	معناداری	قبل	بعد	معناداری	قبل	بعد
حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/min.kg)	$31/9 \pm 2/4$	$37/4 \pm 3/7$	$P < 0/001$	$34/7 \pm 4/9$	$39/5 \pm 3/2$	$P < 0/001$	$39/1 \pm 4/8$	$43/1 \pm 3/3$	$P = 0/001$		
آزمون کوپر (km)	$1/9 \pm 0/1$	$2/2 \pm 0/2$	$P = 0/001$	$2/1 \pm 0/2$	$2/2 \pm 0/1$	$P < 0/001$	$2/25 \pm 0/2$	$2/39 \pm 0/1$	$P = 0/006$		
گلوکز (mmol/l)	$85/7 \pm 4/8$	$76/8 \pm 6/5$	$P = 0/002$	$85/2 \pm 4/1$	$80/7 \pm 4/4$	$P < 0/001$	$84/9 \pm 5/4$	$80/1 \pm 4/7$	$P = 0/021$		
انسولین (mu/l)	$12/2 \pm 2/7$	$9/9 \pm 2/1$	$P = 0/007$	$10/9 \pm 1/4$	$9/5 \pm 1/1$	$P = 0/006$	$10/2 \pm 2/1$	$9/9 \pm 1/6$	$P = 0/634$		

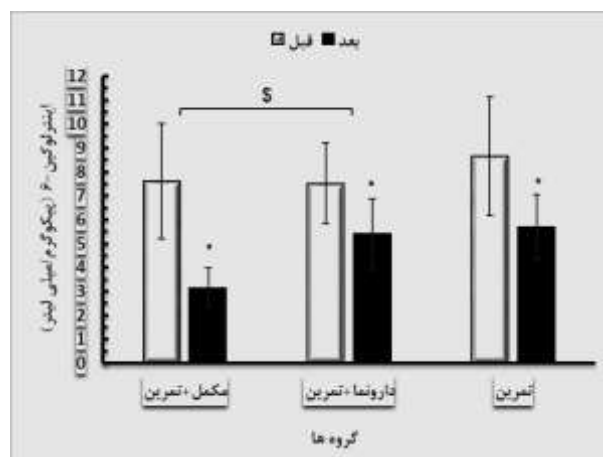
(\$)\$ نشانگر تفاوت معنادار با دیگر گروه‌های تحقیق است ($p < 0/05$).



نمودار ۱- میانگین $\pm$ انحراف معیار داده‌ها IR در گروه‌های (گروه مکمل+ تمرین، گروه دارونما + تمرین، گروه تمرین)، در قبل و بعد از ۶ هفته تمرین HIIT. * نشانگر تفاوت معنادار تغییرات قبل و بعد هر گروه بصورت جداگانه است. \$ نشانگر تفاوت معنادار تغییرات گروه مکمل+ تمرین و گروه تمرین است.

که کاهش IL-6 گروه مکمل+تمرین نسبت به گروه تمرین بیشتر بوده است ($P=0/034$)؛ اما تغییرات گروه تمرین با گروه مکمل+تمرین ($P=0/034$) و تمرین+ دارونما ($P=0/034$) اختلاف معناداری را نشان نداد.

تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که تغییرات IL-6 پس از ۶ هفته تمرین HIIT معنادار بود ($F_{2,26}=3/61, P=0/041$). با مراجعه به نمودار تعامل و مقایسه زوجی بونفرونی تغییرات سه گروه مشخص گردید



نمودار ۲- میانگین $\pm$ انحراف معیار داده‌ها IL-6 در گروه‌های گروه مکمل+ تمرین، گروه دارونما + تمرین و گروه تمرین در قبل و بعد از ۶ هفته تمرین HIIT. * نشانگر تفاوت معنادار تغییرات قبل و بعد هر گروه بصورت جداگانه است. \$ نشانگر تفاوت معنادار تغییرات گروه مکمل+ تمرین و گروه دارونما + تمرین است.



بحث

هدف از پژوهش حاضر تاثیر همزمان مکمل یاری کلرلا و تمرینات HIIT بر IL-6 و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن بود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سطح پلاسمایی IL-6 در گروه تمرین + مکمل، گروه دارونما + تمرین و گروه تمرین در پس آزمون نسبت به پیش آزمون به ترتیب $58/5 -$ ، $39/2 -$ ، $34/4 -$ درصد کاهش داشته است همچنین سطح IR در گروه‌های تمرین + مکمل، دارونما + تمرین و تمرین در پس آزمون نسبت به پیش آزمون به ترتیب $24/2 -$ ، $14/3 -$ ، $14/5 -$ درصد کاهش معناداری را به همراه داشته است.

مطالعه حاضر برای اولین بار نشان داد که ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل یاری کلرلا می‌تواند علاوه بر افزایش بیشتر آمادگی هوازی، سطوح پلاسمایی IL-6 و مقاومت به انسولین را در مردان دارای اضافه وزن به‌طور معنی‌داری کاهش دهد، هرچند مطالعه‌ای که مشابه تحقیق حاضر تاثیر تمرینات HIIT و مکمل یاری کلرلا را در افراد چاق یا دارای اضافه وزن بررسی نماید یافت نشد، اما در مطالعه هوری و همکاران (۲۰۱۷) که اثر تمرین با شدت بالا همراه با مصرف کلرلا را بر عملکرد ورزشی و ظرفیت‌های گلیکولیتیک و اکسیداتیو در رت‌ها را مورد بررسی قرار دادند، مشابه نتایج ما نشان دادند که تمرین HIIT همراه با مصرف کلرلا بیشتر می‌تواند موجب بهبودی عملکرد ورزشی می‌گردد (۲۰). در رابطه با اثر تمرین کوتاه مدت HIIT بر سطوح خونی IL-6 در افراد با وزن طبیعی متناقض بوده، در رابطه با تمرین بلند مدت HIIT نیز در افراد دارای اضافه وزن یا چاق شواهد کافی وجود ندارد (۲۷)، که این شواهد مشابه نتایج داده‌های دو گروه دارونما و تمرین تنها در تحقیق حاضر بود. در حالی که تنها مصرف کلرلا نشان داده است می‌تواند به عنوان شیوه درمانی در راستای کاهش وزن، بهبود وضعیت

گلیسمیک و همچنین کاهش hs-CRP و TNF- α در بیماران دارای کبد چرب غیر الکلی گردد (۱۸). کاهش چربی و بهبود متابولیسم انسولین و IR به دنبال تمرین ورزشی به همراه مصرف مکمل یاری کلرلا احتمالاً در کاهش سطوح سایتوکین‌های التهابی همچون IL-6 نقش دارد (۲۰). IL-6 یکی از سایتوکین‌های پیش و ضد التهابی است که اثر مهاری بر سلول‌های تنظیم‌کننده T دارد و بر عملکرد سلول‌های التهابی دیگر تأثیرگذار است. بافت چربی دارای مقادیر بالایی IL-6 است پس تولید و ترشح بالای IL-6 از بافت چربی افراد دارای اضافه وزن سبب تنظیم منفی متابولیسم و نقص در سنتز گلیکوژن عضله شده که در نهایت در میزان افزایش مقاومت به انسولین در بدن نقش به سزایی دارد؛ بنابراین، کاهش وزن و چربی به دنبال فعالیت ورزشی با کاهش IL-6 و به تبع مقاومت به انسولین همراه خواهد بود، افراد دارای اضافه وزن عموماً دارای غلظت پلاسمایی بالاتری از شاخص‌های التهابی در مقایسه با افراد معمولی هستند. از طرفی، فعالیت ورزشی با شدت بالا HIIT که شامل تمرینات تکراری با شدت بالا و استراحت با شدت کم است، یک نوع فعالیت ورزشی است که با کاهش اضافه وزن و چربی همراه خواهد بود (۴، ۲۰، ۲۶، ۲۸). از سوی دیگر، مکمل کلرلا مکملی گیاهی با خاصیت ضد اکسایشی است که می‌تواند بدن را از فشار اکسایشی ناشی از استرس اکسیداتیو به خصوص در بیماران دیابتی کاهش دهد همچنین به بهبود متابولیسم چربی کمک می‌کند (۲۹). با این حال نتایج مطالعات در خصوص تاثیر شدت تمرین ورزشی و مصرف مکمل کلرلا بر سطوح پلاسمایی IL-6 و میزان مقاومت به انسولین متفاوت است به طوری که برخی مطالعات کاهش و برخی دیگر افزایش آن را نشان می‌دهند. در مطالعه‌ای نشان دادند که مصرف رژیم غذایی مدیترانه‌ای دارای گیاه کلرلا به مدت دو سال نسبت به رژیم غذایی غربی موجب کاهش



سطح پلاسمایی IL-6 شد که به دلیل تاثیر خاصیت ضد التهابی کلرلا است (۳۰). لی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که مصرف مکمل کلرلا التهاب عضلانی را کاهش می‌دهد (۳۰). از طرفی اولیری^۱ و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که فعالیت ورزشی با دوچرخه ارگومتر و نوار گردان با شدت پایین منجر به کاهش فاکتور التهابی نشد (۳۱)، اما با توجه به نتایج دورنلز^۲ و همکاران (۲۰۱۶) تمرین ورزشی با شدت بالا (VO₂max/۸۵) با افزایش سطح IL-6 همراه بود که می‌توان به شدت تمرین و نوع پروتکل تمرینی نسبت داد (۳۲).

پناهی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که ۸ هفته تمرین شدید تناوبی با ۴ الی ۱۰ تکرار به مدت ۳۰ ثانیه تغییرات معنی‌داری را در میزان سطوح پلاسمایی IL-6 ندارد که نتیجه به دست آمده را می‌توان به جنسیت، زمان، پروتکل تمرین و مدت زمان تمرین نسبت داد (۳۳). شوندی^۳ و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی که بر روی زنان مبتلا به دیابت نوع دو با تاکید بر تمرینات ترکیبی هوازی انجام دادند به کاهش گلوکز خون، وزن، درصد چربی بدن و مقاومت انسولین در این زنان اشاره کردند (۳۴). سلامت و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که تمرینات ورزشی با شدت بالا باعث کاهش مقاومت به انسولین می‌شود (۸). سالتین^۴ و همکاران (۱۹۹۳)، شوتنیک^۵ و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که تنها فعالیت ورزشی با شدت بالا باعث بهبود مقاومت به انسولین خواهد شد (۳۵، ۳۶). در حالی که صدرزاده و همکاران (۲۰۰۷) و گریس^۶ و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که با فعالیت جسمانی با شدت متوسط نیز می‌توان شاخص مقاومت به انسولین را کاهش داد (۳۷، ۳۸). در مطالعات مذکور وجود

آزمودنی‌های متفاوت (زن و مرد)، نوع سیستم انرژی درگیر، نوع، شدت و پروتکل تمرینی ممکن است یکی از دلایل اختلاف نتیجه تحقیق با نتایج تحقیقات قبلی باشد. در رابطه با مکمل کرولا و اثرات متابولیکی آن تحقیقات هنوز در ابتدای راه خود هستند و تحقیقات بیشتری در این زمینه لازم است، با توجه به تحقیقات محدود در این زمینه تفسیر نتایج هنوز با ابهامات فراوانی همراه است، اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که تمرینات هوازی همراه با مکمل دهی کلرلا در زنان دارای اضافه وزن موجب تغییر معناداری در سطح سرمی گرلین در مقایسه با تمرین به تنهایی نشد، که دلیل آنرا پایین بودن دوره مکمل‌گیری، دوز مصرفی و رژیم غذایی کنترل نشده گزارش نمودند (۲۴)، از دلایل مخالفت نتایج آنها با تحقیق حاضر می‌توان به آزمودنی‌های زن چاق در مقابل آزمودنی‌های مرد دارای اضافه وزن تحقیق حاضر و نوع و ماهیت تمرین HIIT در مقایسه با تمرین هوازی اشاره نمود. بر اساس نتایج حاضر می‌توان این گونه تفسیر نمود که کلرلا خود به تنهایی و حتی بیشتر از تمرین HIIT می‌تواند بر بهبودی مقاومت به انسولین، سطوح انسولین و حتی برخی شاخص‌های التهابی مانند IL-6 مؤثر واقع گردد، هرچند با توجه به تحقیقات اندک در این زمینه هنوز نمی‌توان با قاطعیت در این زمینه اظهار نظر نمود. توصیه می‌شود در تحقیقات آتی دوزهای مختلف و همچنین طولانی‌تر این مکمل همراه و بدون تمرین ورزشی مورد بررسی قرار گیرد و کنترل بیشتری بر رژیم غذایی افراد اعمال گردد.

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم کنترل شرایط روحی و جسمی، وضعیت خواب و استراحت آزمودنی‌ها بود. همچنین برنامه غذایی و تغذیه آزمودنی‌ها در طی برنامه تمرینی کنترل نشد و تنها با توجه به خوابگاهی بودن اکثر آزمودنی‌ها از آنها درخواست شد که همان برنامه تغذیه ای خوابگاه را تا حد امکان رعایت نمایند.

^۱ O'Leary VB

^۲ Dorneles GP

^۳ Shavandi N

^۴ Saltin B

^۵ Skutnick BC

^۶ Grace



پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی اثرات مکمل دهی کلرلا در ترکیب با شیوه‌های مختلف تمرین و شدت‌های مختلف آنها بر سایر عوامل التهابی و شاخص‌های استرس اکسیداتیو انجام گردد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاضر، مصرف همزمان مکمل یاری کلرلا و لگاریس و ۶ هفته تمرین HIIT با ۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی توانسته است میزان سطوح پلاسمایی IL-6 و شاخص مقاومت به انسولین را در مردان دارای اضافه وزن کاهش دهد. به بیان دیگر می‌توان گفت فعالیت بدنی با شدت بالا با افزایش سوخت و ساز بدن و کاهش چربی موجب کاهش سطوح پلاسمایی و خاصیت التهابی IL-6 و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن

می‌شود. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) همراه با مکمل‌دهی کلرلا و لگاریس می‌تواند اثرات مثبت بیشتری نسبت به انجام این نوع تمرین بدون مصرف مکمل کرولا و لگاریس بر مردان دارای اضافه وزن داشته باشد.

تشکر و قدردانی

در پایان از تمامی آزمودنی‌های و همکاران محترمی که در این تحقیق شرکت و همکاری نمودند کامل تشکر را می‌نماییم.

تعارض منافع

از نظر تعارض منافع، هیچ گونه تعارض منافی توسط محقق، مشارکت کنندگان گزارش نشده است.

References

- Kent S, Fusco F, Gray A, Jebb SA, Cairns BJ, Mihaylova B. Body mass index and healthcare costs: a systematic literature review of individual participant data studies. *Obes Rev* 2017;18(8):869-79.
- De Lorenzo A, Van Bavel D, de Moraes R, Tibiriça EV. High-intensity interval training or continuous training, combined or not with fasting, in obese or overweight women with cardiometabolic risk factors: study protocol for a randomised clinical trial. *BMJ Open* 2018;8(4):e019304.
- Obisesan O, Kuo W-H, Brunet M, Obisesan A, Akinola O, Commodore-Mensah Y. Predictors of obesity among Nigerian immigrants in the United States. *J Immigr Minor Health* 2017;19(2):328-32.
- Colato A, Abreu F, Medeiros N, Lemos L, Dorneles G, Ramis T, *et al.* Effects of concurrent training on inflammatory markers and expression of CD4, CD8, and HLA-DR in overweight and obese adults. *J Exerc Sci Fit* 2014;12(2):55-61.
- Wang N, Liu Y, Ma Y, Wen D. High-intensity interval versus moderate-intensity continuous training: Superior metabolic benefits in diet-induced obesity mice. *Life Sci* 2017;191:122-31.
- Hartmann G, Tschöp M, Fischer R, Bidlingmaier C, Riepl R, Tschöp K, *et al.* High altitude increases circulating interleukin-6, interleukin-1 receptor antagonist and C-reactive protein. *Cytokine* 2000;12(3):246-52.
- Rodrigues KF, Pietrani NT, Bosco AA, Campos FMF, Sandrim VC, Gomes KB. IL-6, TNF- α , and IL-10 levels/polymorphisms and their association with type 2 diabetes mellitus and obesity in Brazilian individuals. *Arch Endocrinol Metab* 2017;61(5):438-46.
- Salamat KM, Azarbayjani MA, Yusof A, Dehghan F. The response of pre-inflammatory cytokines factors to different exercises (endurance, resistance, concurrent) in overweight men. *Alexandria J Med* 2016;52(4):367-70.
- Amani Shalamzari S, Agha Alinejad H, Gharakhanlou R, Molanouri Shamsi M, Talebi Badrabadi K. The effect of body composition and physical activity on basal levels of insulin, glucose, IL-18, IL-6 & CRP and their relationship with insulin resistance. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2009;11(6):699-706.
- Ostrowski K, Schjerling P, Pedersen BK. Physical activity and plasma interleukin-6 in humans—effect of intensity of exercise. *Eur J Appl Physiol* 2000;83(6):512-5.
- Ellingsgaard H, Hojman P, Pedersen BK. Exercise and Health—emerging roles of IL-6. *Curr Opin Physiol* 2019; 10:49-54.



12. Tahmasebi W, Howanloo F, Arefi Rad T, Mohammad G. Responses of Inflammatory Markers and Insulin Resistance to Acute Circuit Resistance Exercise in Healthy Males. *Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders* 2012;11(5):455-63.
13. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(4):684-91.
14. Hansen D, Dendale P, Jonkers R, Beelen M, Manders R, Corluy L, *et al.* Continuous low-to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate-to high-intensity exercise training at lowering blood HbA 1c in obese type 2 diabetes patients. *Diabetologia* 2009;52(9):1789-97.
15. Umamaheswari K, Dhanalakshmi Y, Karthik S, John NA, Sultana R. Effect of Exercise Intensity on Body Composition in Overweight and Obese Individuals. *J Physiol Pharmacol* 2017;61(1):58-64.
16. Dunn SL. Effects of exercise and dietary intervention on metabolic syndrome markers of inactive premenopausal women. (Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy). University of New South Wales; Sydney. Australia; April 2009.
17. Ebrahimi-Mameghani M, Aliashrafi S, Javadzadeh Y, AsghariJafarabadi M. The effect of *Chlorella vulgaris* supplementation on liver enzymes, serum glucose and lipid profile in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Health Promot Perspect* 2014;4(1):107-15.
18. Ebrahimi-Mameghani M, Sadeghi Z, Farhangi MA, Vaghef-Mehrabany E, Aliashrafi S. Glucose homeostasis, insulin resistance and inflammatory biomarkers in patients with non-alcoholic fatty liver disease: Beneficial effects of supplementation with microalgae *Chlorella vulgaris*: A double-blind placebo-controlled randomized clinical trial. *Clin Nutr* 2017;36(4):1001-6.
19. Lee HS, Kim MK. Effect of *Chlorella vulgaris* on glucose metabolism in Wistar rats fed high fat diet. *J Med Food* 2009;12(5):1029-37.
20. Horii N, Hasegawa N, Fujie S, Uchida M, Miyamoto-Mikami E, Hashimoto T, *et al.* High-intensity intermittent exercise training with *chlorella* intake accelerates exercise performance and muscle glycolytic and oxidative capacity in rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2017;312(4):R520-R8.
21. Lin C-P, Chi C-F, Xu M-F, Yu S-H. The Effect Of *Chlorella* Supplementation On Exercise Performance And Inflammation-related Blood Cells After Dehydration. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2017;49(5S):930.
22. Lee SH, Kang HJ, Lee H-J, Kang M-H, Park YK. Six-week supplementation with *Chlorella* has favorable impact on antioxidant status in Korean male smokers. *Nutrition* 2010;26(2):175-83.
23. Steckling F, Farinha J, Santos D, Bresciani G, Mortari J, Stefanello S, *et al.* High intensity interval training reduces the levels of serum inflammatory cytokine on women with metabolic syndrome. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2016;124(10):597-601.
24. Esmaeili M, Abedi B, Shoorabeh FF. Effect of aerobic training with *Chlorella* supplement on insulin resistance and serum ghrelin levels in obese women. *Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility* 2018;21(10):48-56.
25. da Silva D, Simões H, Machado F. vVO₂max versus Vpeak, what is the best predictor of running performances in middle-aged recreationally-trained runners? *Sci Sport* 2015;30(4):e85-e92.
26. Ahmadizad S, Avansar AS, Ebrahim K, Avandi M, Ghasemikaram M. The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers. *Horm Mol Biol Clin Investig* 2015;21(3):165-73.
27. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med* 2017;51(6):494-503.
28. Goodpaster BH, Katsiaras A, Kelley DE. Enhanced fat oxidation through physical activity is associated with improvements in insulin sensitivity in obesity. *Diabetes* 2003;52(9):2191-7.
29. Mizoguchi T, Takehara I, Masuzawa T, Saito T, Naoki Y. Nutrigenomic studies of effects of *Chlorella* on subjects with high-risk factors for lifestyle-related disease. *J Med Food* 2008;11(3):395-404.
30. Lee HS, Park HJ, Kim MK. Effect of *Chlorella vulgaris* on lipid metabolism in Wistar rats fed high fat diet. *Nutr Res Pract* 2008;2(4):204-10.
31. O'Leary VB, Marchetti CM, Krishnan RK, Stetzer BP, Gonzalez F, Kirwan JP. Exercise-induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. *J Appl Physiol* 2006;100(5):1584-9.
32. Dorneles GP, Haddad DO, Fagundes VO, Vargas BK, Kloecker A, Romão PR, *et al.* High intensity interval exercise decreases IL-8 and enhances the immunomodulatory cytokine interleukin-10 in lean and overweight-obese individuals. *Cytokine* 2016;77:1-9.



33. Panahi Y, Ghamarchehreh ME, Beiraghdar F, Zare R, Jalalian HR, Sahebkar A. Investigation of the effects of *Chlorella vulgaris* supplementation in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized clinical trial. *HepatoGastroenterology* 2012;59:2099-103.
34. Shavandi N, Saremi A, Ghorbani A, Parastesh M. Relationship between adiponectin and insulin resistance in type II diabetic men after aerobic training. *Arak Medical University Journal* 2011;14(2):43-50.
35. Saltin B, Åstrand P. Free fatty acids and exercise. *Am J Clin Nutr* 1993;57(5):752S-8S.
36. Skutnik BC. The effects of high intensity interval training on resting mean arterial pressure and C-reactive protein content in prehypertensive subjects. (Dissertation for the degree of Doctor of Education). Graduate college of Kansas State University; 2013.
37. Sadrzadeh N, Glembourtt MJ, Stevenson CL. Peptide drug delivery strategies for the treatment of diabetes. *J Pharm Sci* 2007;96(8):1925-54.
38. Grace A, Chan E, Giallauria F, Graham PL, Smart NA. Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol*. 2017;16(1):37.



The simultaneous effects of *Chlorella vulgaris* supplementation and high intensity interval training on IL-6 serum levels reduction and insulin resistance on overweight men

Ali Akbar Shafeie, Worya Tahmasebi*, Mohammad Azizi

Department of Exercise physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

Original Article

Received: 13 May, 2019

Accepted: 26 June, 2019

***Corresponding Author:** Worya Tahmasebi, Department of Exercise physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

TEL: +98 9188737001

Email:

w.tahmasebi@razi.ac.ir

ABSTRACT

Introduction

Considering the role of *Chlorella vulgaris* supplementation in increasing the performance and improving body inflammation status, the purpose of this study was to investigate the effect of six weeks of HIIT program and *Chlorella vulgaris* supplementation on the IL-6 and insulin resistance in overweight men.

Materials and Methods

Thirty subjects in this study (22.8 ± 1.2 yrs.; 27.1 ± 9.66 BMI) were randomly assigned into three groups (10 N each group), Before and 48 hours after the end of 6 weeks of HIIT training, blood samples were taken from subjects and used for interleukin-6, insulin, and glucose serum levels measurements. The participants' training program included 6 weeks of intensive HIIT program with 90% Vo_{2max} intensity. Subjects of the supplement group received *Chlorella vulgaris* supplementation (300 mg) for six weeks. The data were analyzed by repeated measure ANOVA and significance level ($p < 0.05$) was used for all data analyses.

Results

The results showed that *Chlorella vulgaris* supplemented with HIIT exercises significantly decreased IL-6 compared to other groups ($P=0.041$). Insulin resistance index showed significant changes compared with the three groups ($P=0.011$). Body composition results showed a decrease in body fat ($P=0.009$) and an increase in aerobic fitness ($P=0.016$) of subjects in the supplement + HIIT group compared to the other groups.

Conclusion

Chlorella vulgaris consumption with six weeks of HIIT program reduced IL-6 and improve insulin resistance in overweight men.

Keywords

Exercise, Insulin Resistance, Overweight, Inflammation

► **Please cite this article as:** Shafeie AA, Tahmasebi W, Azizi M. The simultaneous effects of *Chlorella vulgaris* supplementation and high intensity interval training on IL-6 serum levels reduction and insulin resistance on overweight men. J Neyshabur Univ Med Sci 2019;7(3):75-88.